



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## MONTOVANÁ KONSTRUKCE HALY VE VYSOKÉM MÝTĚ

ASSEMBLED STRUCTURE OF HALL IN VYSOKE MÝTO

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
DIPLOMA THESIS

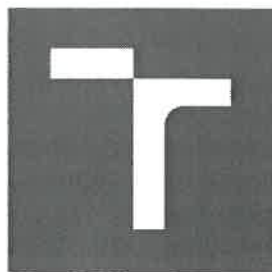
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. Pavel Jarmara

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ ZICH, Ph.D.

BRNO 2017



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVNÍŠTĚ	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	<b>Bc. Pavel Jarmara</b>
NÁZEV	<b>Montovaná konstrukce haly ve Vysokém Mýtě</b>
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

.....  
**prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.**  
Vedoucí ústavu



.....  
**prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA**  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební podklady (půdorysy, řezy, pohledy).
2. Normy pro navrhování betonových konstrukcí ČSN a EN.
3. Zich M., Bažant Z., Plošné konstrukce nádrže a zásobníky, Akademické nakladatelství Cerm, 2010.
4. Zich M., kol., Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů, Nakl. Verlag Daschofer, Praha 2011.
5. L. Grenčík: Betonové konstrukce II. SNTL/ALFA 1986.
6. D. Majdúch: Zásady vystužovania betónových konštrukcií. ALFA 1984.

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Provést návrh konstrukce ontované haly dle předaných rozměrových, materiálových a zatěžovacích parametrů. Provést návrh nosných prvků (sloupů, vazníků, detailů apod.). Řešení provést včetně nezbytné výkresové dokumentace (výkresy tvaru a výztuže).

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy - přehledné, podrobné a detaily (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

P3. Stavební postup

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

**VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:**

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

## ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá návrhem a statickým výpočtem montované, skladovací haly. V rámci práce jsem navrhnul a posoudil předpjatý vazník, železobetonový vazník, vazničku, sloup a kalichovou patku. Prvky jsou posouzeny na mezní stav únosnosti. Řešení vnitřních sil vazníků bylo provedeno ručním výpočtem. Vnitřní síly sloupu a patky byly určeny v programu Scia Engenner. Uvedené výpočty jsou provedeny dle Eurokódu 2. Ke všem navrženým prvků jsem také narýsoval výkresy tvaru a výztuže.

## KLÍČOVÁ SLOVA

vazník, sloup, základová patka, montovaný skelet, železobeton, předpjatý beton, vnitřní síly, výztuž, beton, předpínací síla

## ABSTRACT

The diploma thesis is focused on design and assessment of mounted storage hall. I have designed prestressed truss, reinforced truss, beam, column and foundation pad. I have made calculations for consideration of ultimated limit state as well. I have made analysis of internal forces for beams just with manual calculations. Analyses of internal forces for column and foundation pad were found with Scia Engeneer. All calculations are following the Eurocode 2. All designed elements have formwork drawing and reinforcement drawing.

## KEYWORDS

truss, column, foundation pad, mounted skeleton, reinforced concrete, prestressed concrete, internal forces, reinforcement, concrete, prestressing force

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Pavel Jarmara *Montovaná konstrukce haly ve Vysokém Mýtě*. Brno, 2017. 17 s., 186 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miloš Zich, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

---

Bc. Pavel Jarmara  
autor práce

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Miloši Zichovi, Ph.D. za jeho ochotu, trpělivost a čas, který mi věnoval při tvorbě práce.

V Brně 13. 1. 2017

Bc. Pavel Jarmara

## OBSAH

1.	ÚVOD .....	9
2.	KONSTRUKCE HALY .....	9
3.	UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ.....	10
4.	POPIS ŘEŠENÝCH PRVKŮ .....	10
4.1	ŽB Vaznička VT01 .....	10
4.2	ŽB Vazník VZ01 .....	10
4.3	Předpjatý vazník VP01 .....	11
4.4	ŽB Sloup SL01 .....	12
4.5	ŽB Kalichová patka KP01 .....	12
5.	VÝROBA PRVKŮ.....	13
6.	ZÁVĚR.....	13
7.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	14
8.	SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE .....	14
9.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	15
10.	SEZNAM PŘÍLOH .....	17



## 1. ÚVOD

Diplomová práce se zabývá návrhem a posouzením hlavních prvků nosné konstrukce skladovací haly. Budova je navržena jako prefabrikovaná a obsahuje železobetonové a předem předpjaté prvky. Cílem práce je tedy návrh a posouzení vybraných prvků jak železobetonových tak i předem předpjatých. U posuzovaných prvků jsou rovněž zpracovány výkresy tvaru a výkresy výztuže. Dále je zpracován výkres skladby celé haly. Poslední část tvoří stavební postup.

## 2. KONSTRUKCE HALY

Řešená stavba slouží jako skladovací hala v katastru obce Vysoké Mýto a bude zajišťovat logistické centrum přepravní společnosti. Celá budova je trojlodní s rozměrem 66 x 78 m (na osy krajních sloupů) a s malou přístavbou o rozměru 18 x 24 m (opět na osy krajních sloupů). Tato přístavba prodlužuje krajní loď severní části haly a tím vzniká pomyslný tvar písmene L. Hlavní nosnou konstrukci tvoří prefabrikovaný rám složený ze sloupů a předpjatého, respektive železobetonového vazníku. Hala tedy obsahuje celkem tři lodě, z toho dvě mají šířku 30 m (opět osově ze sloupu ke sloupu) a menší širokou 18 m. Každá loď je zastřešena sedlovým vazníkem s maximální výškou 8,99 m nad čistou podlahou. S konstrukcí střechy má hala v místě hřebene výšku 9,49 m.

Sloupy jsou navrženy jako vetknuté do základových kalichových patek. Tyto patky jsou rovněž prefabrikované. U této stavby je snaha odbourat co nejvíce mokrých procesů, aby se výrobní proces co nejvíce zkrátil. Výška sloupů je 9,69 m a světlý prostor (od čisté podlahy po spodní hranu vazníků) je 7,29 m. Předpjaté vazníky jsou dlouhé 29,96 m a uvažují je jako prostě uložené v hlavách sloupů. Železobetonové vazníky jsou dlouhé 17,96 m a rovněž prostě uložené

Střešní plášť vynáší vazničky uložené na vaznicích. Vazničky jsou dlouhé 11,65 m, respektive 5,65 m. Celý plášť je navržen ze systému společnosti Kingspan a to střešním panelem KS 1000 X-DEK a obvodovým panelem KINGSPAN KS1000 AWP. V severní části haly je rovněž umístěna vestavba pro zázemí personálu. Vestavba ovšem není předmětem plnění této diplomové práce.

### 3. UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ

Veškeré zatížení je uvedeno vždy na začátku jednotlivých kapitol statického výpočtu. Objekt se nachází v I. sněhové oblasti, tzn.  $s_k = 0,7$  kPa a zároveň ve větrové oblasti II –  $v_{b,0} = 25$  m/s. Dále je uvažováno se zatížením od podvěšů o charakteristické hodnotě  $0,3$  kN/m<sup>2</sup>, užitným zatížením na podlahu v kategorii E2: plochy pro průmyslové využití o charakteristické hodnotě  $10$  kN/m<sup>2</sup>. Vlastní tíha prvků je stanovena s užitím objemové tíhy  $25$  kN/m<sup>3</sup>.

### 4. POPIS ŘEŠENÝCH PRVKŮ

#### 4.1 ŽB Vaznička VT01

Jedná se o prefabrikovaný železobetonový prvek dlouhý  $11,65$  m. Vaznička má tvar písmene T s maximální výškou  $0,65$  m, šířkou stojny  $0,13$  m a šířkou příruby  $0,3$  m. Vaznička je uložena na vaznících a vynáší střešní plášť. Na obou krajích se průřez zmenšuje až na konečnou výšku  $0,29$  m. Zároveň se v místě uložení průřez změní na obdélník s výškou právě  $0,29$  m. Uložení na vazník je zabezpečeno zabudovaným vyčnívajícím trnem ve vazníku a dutou ocelovou trubkou zabudovanou ve vazničce.

Vaznička bude zhotovena z betonu třídy C35/45 v prostředí XC1. Navržena a posouzena je betonářská ocel třídy B500B. Prvek jsem v konstrukčním zidealizovaném systému uvažoval jako prostě uložený. Hlavní taženou výztuž tvoří dva profily průměru  $20$  mm a dva profily průměru  $14$  mm. Jako smykovou výztuž jsem určil dvojstřížné třmínky průměru  $8$  mm. Prvek obsahuje dva druhy třmínků - jeden pro stojnu a jeden pro horní přírubu. Krytí hlavní nosné výztuže bude  $30$  mm. Pruty jsou zataženy až do podpory, kde tvoří výztuž pro obdélníkový průřez. Tím je zabezpečena dostatečná kotevní délka. Prvek byl také ověřen na šířku trhlín a splňuje požadavky vyplývající z Eurocódů 2.

#### 4.2 ŽB Vazník VZ01

Prvek je dlouhý  $17,96$  m a má tvar písmene T. V jeho nejnižší části (v místě uložení) je vazník vysoký  $1,25$  m, v polovině rozpětí, tedy v místě hřebene, pak  $1,7$  m. Vazník je uložený na sloupech a vytváří volný skladovací prostor. Stojna vazníku je široká  $0,2$  m, příruba je široká  $0,6$  m a vysoká  $0,3$  m. Průřez stojny je tedy proměnný s výškou (včetně náběhu) od  $0,9$  m do  $1,4$  m. Vazník přenáší zatížení od vazniček do sloupů. Uložení na sloupech je provedeno pomocí ocelových trnů. Ve vazníku budou zabetonované ocelové trubky s vnitřním závitem. Před montáží se do nich našroubuje závitová tyč, která se poté zasune do připraveného otvoru ve sloupu.

Pro betonáž bude použit beton C35/45 v prostředí XC1 a betonářská výztuž B500B. Vazník je opět uvažován jako prostě uložený. Hlavní nosnou výztuž tvoří šest profilů 25 mm. Třmínky jsou dvojstrážné s profilem 10 mm. Prvek obsahuje dva třmínky - jeden pro stojnu a druhý je pro přírubu. Krytí hlavní podélné výztuže je 30 mm. Výztuž je zavedena až do podpory z důvodu proměnného průřezu.

### 4.3 Předpjatý vazník VP01

Jedná se o prefabrikovaný, předem předpjatý sedlový prvek dlouhý 29,96 m. Má tvar písmene T a v jeho nejnižší části (v místě uložení) je vazník vysoký 1,25 m, v polovině rozpětí, tedy v místě hřebene, pak 1,7 m. Vazník je uložený na sloupech a vytváří volný skladovací prostor. Stojna vazníku je široká 0,2 m, příruba je široká 0,6 m a vysoká 0,3 m. Průřez stojny je tedy proměnný s výškou (včetně náběhu) od 0,9 m do 1,4 m. Vazník přenáší zatížení od vazniček do sloupů. Uložení na sloupech je provedeno pomocí ocelových trnů. Ve vazníku budou zabetonované ocelové trubky s vnitřním závitem. Před montáží se do nich našroubuje závitová tyč, která se poté zasune do připraveného otvoru ve sloupu.

Vazník bude zhotoven z vysoko pevnostního betonu třídy C50/60 a bude vyztužen betonářskou ocelí a předpínacím lanem. Ocel je použita třídy B500B a předpínací lana jsou navržena Y1860 S7 – 18. V prvku je celkem dvanáct lan předepnutých na maximální napětí 1440 MPa. Předpínací síla jednoho lana je 271,06 kN a délka protažení 20,3 mm. Vnesení napětí bude provedeno po dosažení 75 % pevnosti betonu a díky proteplování forem a ošetřování betonu to bude v čase po jednom dnu. Vnesení napětí bude provedeno pomocí postupného upalování lan. Postup napínání a délky separace jednotlivých lan jsou uvedeny na výkresu P2.07 - Předpjatý vazník - výkres tvaru.

Hlavní betonářská výztuž je umístěna u horního okraje, jelikož nejkritičtější okamžik je těsně po vnesení předpínací síly do betonu. Tím vznikne ohybový moment u horního okraje a vzdoruje mu pouze vlastní tíha. Proto jsou u horního okraje navrženy profily průměru 10 mm. Smyk v nosníku přenesou třmínky průměru 10 mm. Prvek obsahuje dva druhy třmínků, jeden ve stojně a jeden v přírubě.

#### 4.4 ŽB Sloup SL01

Posuzovaný sloup je dlouhý celkem 9,69 m. Průřez je obdélníkový se stranou rovnoběžnou v ose rámu 0,55 m a kratším rozměrem 0,4 m. Jedná se o krajní sloup přenášející zatížení z vazníků a obvodového pláště do základové patky. Sloup bude v patce vetknutý. Pro výpočet ho uvažuji s volným koncem, zejména z důvodu výpočtu kritické délky (a na druhém konci vetknutý). Spojení s vazníkem bude zabezpečeno zabetonovanou ocelovou trubkou v hlavě sloupu, do které se umístí trn z vazníku. Zapuštění do patky je 1,0 m a podlití je navrženo v tloušťce 50 mm.

Sloup bude zhotoven z betonu třídy C35/45 a betonářské oceli B500B. Hlavní nosnou výztuž tvoří čtyři profily o průměru 14 mm. Sloup byl posouzen metodou iteračního diagramu a byly zohledněny účinky prvního i druhého řádu imperfekcí. Vzpěrná délka byla uvažována dvojnásobná ( $\beta = 2$ ). Třmínky jsem určil průměru 8 mm s lokálním zahuštěním v hlavě a patě sloupu.

#### 4.5 ŽB Kalichová patka KP01

Základová patka má půdorysný rozměr 2,05 m a 1,8 m. Širší rozměr je ve směru rámu. Dolní deska je vysoká 0,45 m a před hranou kalichu tvoří volný podstavec pro uložení základového nosníku. Tato podstava je široká 0,3 m. Základový nosník není v rámci této práce řešen, ale zohlednil jsem alespoň jeho přibližné působení na patku. Kalich patky je v horní části široký 0,3 m a směrem k podstavci se jeho vnitřní stěna rovnoměrně rozšiřuje do šířky 0,35 m. Základová spára je v hloubce -1,65 m ve vrstvě hlinitého štěrku. Patka bude usazena do ztuhlého pískového lože tloušťka 100 mm.

Patka bude zhotovena z betonu třídy C25/30 a betonářské oceli B500B. Hlavní výztuž konzolové části patky bude výztuž průměru 10 mm. Celkem zde bude umístěno jedenáct profilů v každém směru. Z konstrukčních a prováděcích důvodů bude výztuž rovněž u horního okraje této konzolové desky. Výztuž kalichu tvoří pruty průměru 10 mm a to jak svislá výztuž, tak třmínky.

## 5. VÝROBA PRVKŮ

Před samotnou betonáží musí být provedena důkladná kontrola použité výztuže, umístění a jejího průměru dle výkresů výztuže. Forma prvku bude ošetřena olejem pro snadné odbednění. Při betonáži je kladen důraz na kvalitní hutnění, tedy vibrování. Po betonáži proběhne odležení betonu a po dvou hodinách se začne prvek protéptovat do maximální teploty cca 60°C. Vnesení předpětí do betonu proběhne po dosažení 80% pevnosti betonu. Po odbednění se provede kontrola geometrie prvku. Prvky se budou skladovat na dřevěných hranolech dle schémat uvedených na jednotlivých výkresech. Takto se i prvky přepravují. Pro manipulaci s prvkem slouží navržené úchyty z hladké oceli. Tyto úchyty budou po osazení prvku mechanicky odstraněny. Nevýhodou prefabrikovaných prvků je nutnost transportu poměrně rozměrných dílců po pozemních komunikacích a rovněž nutnosti zajistit těžkou techniku pro montáž.

## 6. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout a posoudit charakteristické prvky v dané konstrukci. Posuzoval jsem nejzatíženější vazník s rozpětím 30 m, který jsem navrhnul jako předem předpjatý. Jelikož se výroba vazníků provádí na přímé dráze, nebylo možné použít ideální trasování předpínacích lan, které by reflektovalo vnitřní síly. Zejména ohybový moment. Díky rovné dráze jsem pro úpravu předpjetí zvolil separaci lan. Dalším prvkem byl kratší vazník s rozpětím 18 m, který je navržen jako železobetonový. Oba prvky mají sedlový tvar, přičemž počáteční výška i výška v místě hřebene se u obou vazníků rovnají. To znamená, výška hřebene je v každém jeho místě stejná, i když ho vytváří vazníky s různým rozponem. Dalším prvkem je železobetonová vaznička, která vynáší střešní plášť. Všechny tyto prvky jsou navrženy s průřezem tvaru T. Dalším posuzovaným prvkem, je sloup, který přenáší veškerá zatížení z vrchní stavby do základů, konkrétně základové patky. Pro tuto práci jsem jako referenční sloup zvolil sloup krajní. Nepřenáší sice největší normálové síly ze všech sloupů v konstrukci, ale přenáší zatížení od větru a je nesymetricky zatížený. Posledním posuzovaným prvkem je patka pod navrženým sloupem. Ostatní prvky v konstrukci se liší zejména zatížením a některé i rozměrem, nebo průřezem, ale samotné posouzení by bylo rámcově stejné. Největší rozdíl je v krajní vazničce, která zároveň plní roli ztužidla a v základovém nosníku. Všechny vybrané prvky jsou posouzeny na mezní stav únosnosti v souladu s ČSN EN.

## 7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ZICH, MILOŠ a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódu*, Praha: Dashofer Holding, Ltd.; 2010.; 149 str.
- [2] ČSN EN 1990 (73 0002) Eurokód: *Zásady navrhování konstrukcí*
- [3] ČSN EN 1991-1-1 (73 0035) Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*
- [4] ČSN EN 1991-1-3 (73 0035) Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*
- [5] ČSN EN 1991-1-4 (73 0035) Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*
- [6] ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) Eurokód 2: *Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*
- [7] Zápisky z přednášek a cvičení
- [8] PROF. ING. IVAILO TERZIJSKI, CSC. [online]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/BZK/terzijski.i/>
- [9] ING. IVANA ŠVARÍČKOVÁ, PH.D. [online]. Dostupné z: [http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/default\\_soubory/pomucky.htm](http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/default_soubory/pomucky.htm)
- [9] Katalog Kingspan X-DEK. [online]. Dostupné z: <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolacni-sendvicove-panely>
- [10] ČSN 013481 (013481) Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy betonových konstrukcí
- [11] ČSN EN ISO 3766 (013481) Výkresy stavebních konstrukcí - Kreslení výztuže do betonu

## 8. SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE

- [11] Microsoft Office Word 2010; Microsoft Corporation
- [12] Microsoft Office Excel 2010; Microsoft Corporation
- [13] ArchiCAD 18, Graphisoft
- [14] Scia Engineer 2012.0; Nemetschek Scia, s.r.o.
- [15] AutoCAD 2016, Autodesk, Inc.

## 9. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Velká písmena latinské abecedy

$A$	průřezová plocha
$A_i$	plocha ideálního průřezu
$A_c$	průřezová plocha betonu
$A_s$	průřezová plocha betonářské výztuže
$A_p$	průřezová plocha předpínací výztuže
$A_{s,rqd}$	minimální plocha výztuže
$A_{s,min}$	minimální průřezová plocha betonářské výztuže
$A_{sw}$	průřezová plocha smykové výztuže
$E_{c,eff}$	účinný modul pružnosti betonu
$E_{c,(t)}$	modul pružnosti betonu v daném čase
$E_s$	návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli
$E_p$	návrhová hodnota modulu pružnosti předpínací oceli
$F_d$	návrhová hodnota zatížení
$F_k$	charakteristická hodnota zatížení
$F_p$	předpínací síla
$G_k$	charakteristická hodnota stálého zatížení
$I$	moment setrvačnosti průřezu
$I_i$	moment setrvačnosti ideálního průřezu
$L_{bd}$	návrhová kotevní délka
$L_{bd,rqd}$	základní kotevní délka
$M_{cr}$	moment na mezi vzniku trhlin
$M_{ch}$	moment od charakteristické kombinace zatížení
$M_{kv}$	moment od kvazistálé kombinace zatížení
$M_{rd}$	návrhový moment únosnosti
$M_{Ed}$	návrhová hodnota působícího vnitřního ohybového momentu
$N$	normálová síla
$N_{Ed}$	návrhová hodnota působící normálové síly (tah nebo tlak)
$Q_k$	charakteristická hodnota proměnného zatížení
$V_{Ed}$	návrhová hodnota posouvací síly
$S$	statický moment tuhosti

Malá písmena latinské abecedy

$a$	vzdálenost
$b$	celková šířka průřezu
$b_w$	šířka stojiny průřezu
$c$	krycí vrstva výztuže
$d$	účinná výška průřezu
$d_1$	těžiště výztuže
$d_g$	největší jmenovitý rozměr zrna kameniva
$e$	výstřednost; excentricita
$e_p$	výstřednost; excentricita předpínací výztuže
$e_{pi}$	výstřednost; excentricita předpínací výztuže k ideálnímu průřezu
$f_c$	pevnost betonu v tlaku
$f_{cd}$	návrhová pevnost betonu v tlaku
$f_{ck}$	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
$f_{cm}$	průměrná hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
$f_{cm(t)}$	průměrná hodnota pevnosti betonu v tlaku ve stáří $t$ dní
$f_{ctk}$	charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu
$f_{ctm}$	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
$f_{pk}$	charakteristická pevnost předpínací výztuže
$f_{p,0,1,k}$	smluvní mez kluzu
$f_t$	pevnost v tahu betonářské výztuže
$f_{tk}$	charakteristická pevnost v tahu betonářské výztuže
$f_y$	mez kluzu betonářské výztuže
$f_{yd}$	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
$f_{yk}$	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
$f_{ywd}$	návrhová mez kluzu betonářské smykové výztuže
$h$	celková výška průřezu
$s_{r,max}$	maximální vzdálenost trhlin
$V_{Rd,c}$	smyková únosnost při protlačení bez smykové výztuže
$V_{Rd,cs}$	smyková únosnost při protlačení se smykovou výztuží
$x$	poloha neutrální osy
$z$	rameno vnitřních sil



## PISMENA ŘECKE ABECEDY

$\alpha$	uhel mezi smykovou výztuží a osou nosníku
$\beta_{cc}$	součinitel závislý na stáří betonu
$\gamma$	dílčí součinitel
$\gamma_C$	dílčí součinitel betonu
$\gamma_F$	dílčí součinitel zatížení F
$\gamma_P$	dílčí součinitel předpětí
$\gamma_Q$	dílčí součinitel proměnného zatížení Q
$\gamma_m$	dílčí součinitel vlastnosti materiálu zahrnující pouze nejistoty vlastnosti materiálu
$\rho$	stupeň vyztužení
$\phi$	průměr prutu betonářské výztuže
$\zeta$	redukční součinitel
$\epsilon_c$	poměrné stlačení betonu
$\epsilon_{cu}$	mezní poměrné stlačení betonu
$\epsilon_s$	poměrné přetvoření betonářské oceli
$\epsilon_p$	poměrné přetvoření předpínací výztuže
$\nu$	redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
$\lambda$	štíhlostní poměr
$\rho$	objemová hmotnost vysušeného betonu v kg/m <sup>3</sup>
$\rho_l$	stupeň vyztužení podélnou výztuží
$\rho_w$	stupeň vyztužení smykovou výztuží
$\sigma_c$	tlakové napětí v betonu
$\sigma_{cp}$	tlakové napětí v betonu vyvozené osovým zatížením nebo předpětím
$\psi$	součinitele, kterými se definují reprezentativní hodnoty proměnného zatížení
$\psi_0$	pro kombinační hodnoty
$\psi_1$	pro časté hodnoty
$\psi_2$	pro kvazistálé hodnoty

## 10. SEZNAM PŘÍLOH

P1) Použité podklady

P2) Výkresy

P3) Stavební postup

P4) Statický výpočet